Beitrag

zur

Physiologie der Ernährung frühgeborener Kinder.

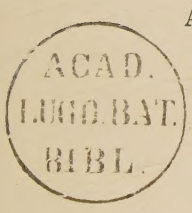
Von

Siegfried Samelson

Aus der Universitäts-Kinderklinik Freiburg i. B. (Prof. Salge)

Beitrag
zur
Physiologie der Ernährung
frühgeborener Kinder.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt
der hohen medizinischen Fakultät
der
Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.



von

Dr. phil. Siegfried Samelson
aus Berlin

Berlin
Verlag von Julius Springer
1911

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Freiburg i. Br.

Dekan:
Geh. Rat Prof. Dr. v. Kries.

Referent:
Prof. Dr. Salge.

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

I.

Vor über 20 Jahren hat Wilhelm Camerer versucht, die bis dahin nur für die Ernährung des Erwachsenen übliche Betrachtungsweise, die die Nahrungsmittel nicht nach ihrem Gehalt an Stoffen, sondern an Energie (Calorien) darstellt, auf die Säuglingsernährung zu übertragen. Während er damit aber fast unbeachtet geblieben ist, ist es Otto Heubner geglückt, basierend auf den schon von Camerer ausgesprochenen Gedanken, sowie auf Experimentaluntersuchungen von Rubner und Heubner selbst, die Lehre von der Energiebilanz des Säuglings[1]) zu schaffen, die in weiten pädiatrischen Kreisen Anerkennung gefunden hat. Als praktische Folge aus dieser Lehre hat dann Heubner versucht, eine bequeme Methode zur Berechnung der für einen Säugling von bestimmtem Gewicht zum Gedeihen nötigen Menge, sei es natürlicher oder künstlicher Nahrung, zu schaffen. Hierzu dient ihm eine von ihm „Energiequotient" genannte Größe, die den Bedarf an Nahrung auf ein Kilogramm Körpergewicht als Einheit bezogen, und zwar ausgedrückt in Calorien, darstellt und die nach seinen theoretischen und praktischen Überlegungen in den verschiedenen Perioden des Säuglingsalters und für natürliche Ernährung einerseits, für künstliche andererseits eine konstante sein soll. Mit Hilfe von calorimetrischen Untersuchungen von Rubner, die den durchschnittlichen Caloriengehalt der Frauenmilch und verschiedener zur künstlichen Ernährung benutzter Milchmischungen ermittelten, hat Heubner nun die Größe des Energiequotienten bei drei Kindern, nämlich bei dem Brustkind Feer II, bei einem von Finkelstein genau beobachteten, künstlich

[1]) Otto Heubner, Energiebilanz des Säuglings. Zeitschr. f. phys. u. diät. Ther. 1901, 13.

genährten Kinde und bei einer von Camerer beobachteten, gleichfalls künstlich genährten Frühgeburt berechnet und daraufhin die Werte 100 für das natürliche und 120 für das künstlich genährte Kind als Energiequotienten im ersten Vierteljahr aufgestellt. Mit Hilfe dieser Zahlen sollten dann die im einzelnen Falle notwendigen Nahrungsmengen berechnet werden können.

Er dehnte die Verwendbarkeit der Methode auch auf kranke und rekonvaleszente Kinder aus, indem er besonderes Gewicht auf das Verhältnis zwischen Energiequotienten und Körpergewichtszunahme legte. Wo letztere trotz hohen Energiequotienten nicht eintrat, hielt er die Indikation für unmittelbar gegeben, die Nahrung zu wechseln.

Heute wird man wohl auch im Sinne Heubners nur mit großer Vorsicht bei der Regelung der Ernährung kranker und ernährungsgestörter Säuglinge den Energiequotienten allein zu Rate ziehen, seitdem wir in der Lage sind, wenigstens für eine Reihe von Fällen strikte Indikationen zu stellen, und andererseits erkannt haben, daß hier gerade in der richtigen Dosierung die Kunst des Arztes liegt, während schematisches Vorgehen die Kinder in neue Gefahr bringen und oft genug die mittels der Heubnerschen Regel berechneten Nahrungsmengen für ein krankes Kind ein verderbliches Zuviel darstellen.

Wie steht es dagegen mit der Verwertbarkeit des Energiequotienten bei der Ernährung gesunder Säuglinge? Betrachten wir zunächst einmal die einschlägigen Verhältnisse beim künstlich ernährten Kind, so hat Beck in seiner Arbeit „Zur Energiebilanz des Säuglings“[1]) aus verschiedenen Beobachtungen einen Energiequotienten berechnet, der mit den von Heubner mitgeteilten Zahlen im großen und ganzen übereinstimmt. Andererseits hat Heubner selbst es bereits in seiner ersten Veröffentlichung als möglich bezeichnet, daß weitere Beobachtungen eine Modifikation der von ihm aufgestellten Zahl zur Folge haben würden. Tatsächlich entspricht schon ein zweiter von Heubner selbst in einer Fußnote zitierter Fall nicht seiner Forderung nach einem Energiequotienten von 120. Es handelt sich gleichfalls um ein von Finkelstein beobachtetes Kind, bei dem der Energiequotient während der ganzen Beobachtungsdauer niemals die Höhe von 120 erreichte, vielmehr im Durchschnitt während des ersten Vierteljahres 104, während des zweiten 103 und im dritten 99 betrug. Dabei entsprachen die

[1]) Monatsschr. f. Kinderheilk. **3**, 207.

Gewichtszunahmen dem obenerwähnten ersten Falle von Finkelstein und die Entwicklung des Kindes erfolgte stetig und regelmäßig.

Weit größer ist der Gegensatz zwischen Heubners Forderung und den tatsächlich von Kindern aufgenommenen Nahrungs- und Calorienmengen bei mehreren gesunden, künstlich ernährten Kindern, die von Budin beobachtet wurden. Es handelt sich um drei Kinder, die frühzeitig abgestillt, mit unverdünnter, sterilisierter Kuhmilch aufgezogen wurden. Dabei wurden so geringe Mengen von Nahrung verbraucht, daß der Energiequotient nur in seltenen Ausnahmefällen die Zahl 100 erreichte, während die Durchschnittszahlen erheblich niedriger liegen. Ja, in einem Falle, und zwar gerade bei dem Kind, bei dem die Körpergewichtszunahme wenigstens während des ersten Vierteljahres die höchsten Werte erreichte, betrug die Energiezufuhr nie mehr als 70, im Durchschnitt etwa 65 Cal. pro Kilogramm und Tag[1]). Diese Beobachtungen verlieren jedoch stark an Wert dadurch, daß sie an poliklinischem Material angestellt sind.

In neuerer Zeit hat dann R. Weigert[2]) in zwei Arbeiten über die Bedeutung des Milchzuckerzusatzes zur Säuglingsnahrung eine Reihe von Kurven von in der Breslauer städtischen Milchküche beobachteten, künstlich genährten Kindern mitgeteilt, in denen der Energiequotient gleichfalls weit unter der von Heubner geforderten Größe liegt. Auch diesen Arbeiten kann freilich der Einwand, daß es sich um nicht sicher kontrollierbare, poliklinische Beobachtungen handle, nicht erspart werden.

Zu ähnlichen Resultaten kommt M. Calvary in einer Arbeit: „Über den Energiebedarf künstlich genährter junger Säuglinge“[3]) auf Grund von Beobachtungen, die er an vier im Breslauer städtischen Kinderhort beobachteten Kindern machte. Alle vier wurden künstlich ernährt, die zugeführten Nahrungsmengen sind bekannt; das Verhalten der Kinder während der ganzen Beobachtungszeit war anscheinend physiologisch, die Zunahme nahezu gleichmäßig.

Betrachten wir die wochenweise berechneten Zahlen für den Energiequotienten, so sehen wir, daß die Zahlen im dritten und vierten Monat mit den Budinschen Werten übereinstimmen, in den ersten beiden Monaten dagegen noch niedriger sind.

---

[1]) Zit. nach Czerny-Keller: Des Kindes Ernährung **1**, 404.

[2]) Berl. klin. Wochenschr. 1909, Nr. 21, S. 905 u. Monatsschr. f. Kinderheilk. **9**, Nr. 3.

[3]) Zeitschr. f. Kinderheilk. **1**, 299.

Es ist zu bedauern, daß von der Nahrung der Kinder keine Analysen oder calorimetrischen Bestimmungen vorliegen. Trotzdem können derartige Beobachtungen, die in ihrer Kraßheit allen bisherigen praktischen Erfahrungen widersprechen, nicht ganz übergangen werden.

Mehr Material als für das künstlich genährte Kind liegt für das Brustkind vor. Hier haben sich eine ganze Reihe von Autoren Heubner angeschlossen und durch neue Beobachtungen die Zahl 100 als Energiequotienten des natürlich genährten Kindes im ersten Vierteljahr zu stützen gesucht, während Schloßmann die Zahl 110 angibt. So konnte z. B. Beck in seiner oben schon zitierten Arbeit die Heubnerschen Zahlen durch Berechnung von 20 in der Literatur niedergelegten genauen Beobachtungen von Brustkindern stützen.

Andererseits ist nicht zu leugnen, daß auch hinsichtlich des Brustkindes die Heubnersche energetische Betrachtungsweise auf Widerstand gestoßen ist. Schon 1901 hat Gregor auf Grund seiner Untersuchungen[1]) über die völlig regellosen physiologischen Schwankungen des Fettgehaltes der Frauenmilch und damit zusammenhängend ihres Caloriengehaltes gegen die Verwendbarkeit des Energiequotienten in der Säuglingsernährung Einspruch erhoben. Ihm schließen sich Czerny-Keller in ihrem Handbuch an, die vor allem die Berechnung des Caloriengehalts der getrunkenen Milch aus willkürlichen Werten bemängeln. Sie glauben aber auch an der Hand einer Beobachtung aus der Breslauer Kinderklinik zeigen zu können, daß Heubners Angabe, daß ein Sinken des Energiequotienten auf 70 Calorien selbst beim Brustkind wenigstens in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres mit einer zweckentsprechenden Zunahme nicht mehr vereinbar ist, nicht stimmt. Bei dem Kinde Machill nämlich war die Nahrungsaufnahme von der 18. bis zur 28. Lebenswoche außerordentlich gering, so daß der Energiequotient in sechs aufeinanderfolgenden Wochen nicht mehr als 70 betrug. Trotz dieser geringen Nahrungsaufnahme betrug die Körpergewichtszunahme etwa 15 g pro Tag, also ebensoviel wie bei dem Kinde Feer II, das Heubner als Paradigma für die gesunden Brustkinder anführt, im gleichen Lebensalter. Ähnliche Angaben macht Siegert in seinem Vortrag „Der Nahrungsbedarf des Brustkindes im ersten Vierteljahr“[2]) von zwei von ihm beobachteten Brustkindern.

Der Einwand, der gegen diese und ähnliche Beobachtungen von der anderen Seite gemacht worden ist [siehe z. B. Langstein-Meyer,

[1]) Von Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge, N. F., 302.

[2]) Verhandl. d. 23. Versamml. d. Gesellsch. f. Kinderheilk., S. 24.

„Säuglingsernährung und Säuglingsstoffwechsel", S. 37; ferner Reyher[1]), O. und W. Heubner[2]), Salge[3])], daß weder chemische Zusammensetzung noch Brennwert der getrunkenen Milch bestimmt worden seien, und daß dieser ein höherer gewesen sei als der Berechnung zugrunde gelegt wurde, trifft wahrscheinlich das Richtige. Man darf aber nicht vergessen, daß man denselben Einwand mit demselben Rechte den Berechnungen Heubners gegenüber machen kann. Sind doch diese tatsächlich auf im ganzen nur zwei von Rubner vorgenommenen calorimetrischen Bestimmungen der Frauenmilch, einer fettarmen und einer fettreichen, aus denen dann der Durchschnitt genommen wurde, begründet. Hier scheint mir überhaupt der springende Punkt der uns beschäftigenden Frage zu liegen. Alles, was wir bisher für und wider den Heubnerschen Energiequotienten angeführt haben, beruht auf Berechnung mit Hilfe von willkürlich angenommenen Werten für den Caloriengehalt der Frauenmilch. Die tatsächliche Entscheidung der Frage nach der Verwertbarkeit der Standardzahlen von 100 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht für die Säuglingsernährung kann nur mit Hilfe von im speziellen Falle wirklich durch Analyse der verbrennbaren Nahrungsbestandteile oder calorimetrische Bestimmung des Brennwertes der Nahrung festgestellten Werten erfolgen.

Sonderbarerweise liegen bisher für das natürlich genährte Kind, abgesehen von gelegentlichen, nicht fortlaufenden und zu anderen Zwecken ausgeführten calorimetrischen Untersuchungen von Salge[4]), die Heubners Zahl bestätigen, nur zwei derartige Versuche vor in den Arbeiten von Reyher[5]): „Beitrag zur Frage nach dem Nahrungs- und Energiebedürfnis des natürlich ernährten Säuglings", und von O. und W. Heubner[6]): „Zur Lehre von der energetischen Bestimmung des Nahrungsbedarfes beim Säugling".

Reyher fiel es bei der Ernährungsbeobachtung seines eigenen, völlig gesunden und sich völlig normal entwickelnden Kindes auf, daß die täglichen Nahrungsmengen desselben ziemlich beträchtlich hinter den gewöhnlich beobachteten zurückblieben, obgleich das Kind an Körpergewicht gut zunahm. Berechnete man nach der üblichen Methode

---

[1]) Jahrb. f. Kinderheilk. **61**, 95.
[2]) Jahrb. f. Kinderheilk. **72**, 143.
[3]) Diskussionsbemerkung zu obigem Vortrag von Siegert, l. c., S. 44.
[4]) Verhandl. d. 23. Versamml. d. Gesellsch. f. Kinderheilk., S. 71.
[5]) Jahrb. f. Kinderheilk. **61**, 553.
[6]) Jahrb. f. Kinderheilk. **72**, 121.

unter Benutzung des bis dahin angenommenen durchschnittlichen Calorienwertes der Frauenmilch von 650 pro Liter den Energiequotienten so lag dieser weit unter 100 und näherte sich sogar oft bedenklich der Zahl 70, die ja nach Heubner nur einer Erhaltungsdiät entspricht. Reyher suchte sich diesen Widerspruch durch die Annahme zu erklären, daß die Nahrung besonders konzentriert sei, mithin einen verhältnismäßig hohen Caloriengehalt habe. Zur Stütze dieser Annahme machte er eine Anzahl von Fett-, Eiweiß- und Zuckerbestimmungen in der nach besonderer Methodik gewonnenen Milch, und konnte damit den Caloriengehalt berechnen, der außerdem noch durch einige calorimetrische Bestimmungen kontrolliert wurde. Es ergab sich nun in der Tat, daß die Milch besonders fettreich war, so daß der Energiequotient die von Heubner geforderte Höhe hatte. Leider hat Reyher aber diese Analysen erst vom 115. Lactationstag an gemacht, und wenn er nun auf Grund dieser Analysen die gesamte Bilanz des Kindes vom 14. Lebenstage an berechnet, also für 3 Monate, in denen keine einzige exakte Bestimmung gemacht wurde, die Zahlen vom Ende des 4. und vom 5. Monat benutzt, so sind hier Irrtümer in Anbetracht der nicht gesetzmäßigen, daher völlig unberechenbaren Schwankungen des Fettgehaltes der Frauenmilch in den einzelnen Lactationsperioden nicht völlig ausgeschlossen. Während wir also die Reyherschen Zahlen ungefähr vom 115. Tage an anerkennen müssen, können wir in ihnen für die drei ersten Lebensmonate keine sichere Grundlage für die Richtigkeit des von Heubner geforderten Energiequotienten erblicken.

Diese Lücke hat nun W. Heubner in Gemeinschaft mit O. Heubner in der oben bereits erwähnten Arbeit auszufüllen gesucht. Da jedoch bei dem von ihnen beobachteten Kind am 31. Tage ein Allaitement mixte eingeleitet werden mußte, kommen hier nur die ersten 30 Tage in Betracht.

Durch Wägungen nach jeder Mahlzeit wurden die von dem Kind aufgenommenen Milchmengen festgestellt; außerdem wurden in gewissen Zwischenräumen Fettbestimmungen in nach der Reyherschen Methode gewonnenen Proben der vom Kind getrunkenen Milch gemacht, um aus den Durchschnittszahlen einen Anhalt über die aufgenommene Calorienmenge zu gewinnen. Von Stickstoff und Zucker wurde nur je eine Bestimmung gemacht, im übrigen mittlere Werte der Berechnung zugrunde gelegt.

Das Kind hat nun im ersten Lebensmonat nicht an Gewicht zugenommen, so daß es mit einem Gewicht von 3160 g geboren, am

30. Tage erst 3215 g wog. Als man aber später den Brennwert der aufgenommenen Muttermilch berechnete, zeigte sich das erstaunliche Resultat, daß der Energiequotient vom 10. Tage ab die Zahl 100 teilweise sogar beträchtlich überschritt. Wir haben es also hier mit einem ausdrücklich als gesund bezeichneten Kinde zu tun, das, trotzdem es eine der Heubnerschen Forderung nach einem Energiequotienten von 100 entsprechende Menge von Frauenmilch bekommen hatte, keine genügende Gewichtszunahme aufzuweisen hatte. Diesen Widerspruch erklären sich die Verfasser dadurch, daß sie annehmen, daß die Milch zu konzentriert gewesen sei und daß das Kind zu wenig Wasser in dieser Milch zugeführt erhalten habe. Man wird demgegenüber anführen können, daß andere Beobachtungen, z. B. die des Kindes Machill, zeigen, daß Kinder, die in den ersten Lebenswochen ungefähr dieselben Flüssigkeitsmengen wie das Kind Heubner aufgenommen haben, doch von der Mitte der zweiten Woche an eine ganz gute Zunahme zeigten; und andererseits hat das Kind Schelble[1]) in den ersten 4 Wochen bei durchaus zureichender Flüssigkeitszufuhr eine ähnliche Gewichtskurve gehabt wie Kind Heubner, d. h. fast gar keine Zunahme, um dann plötzlich bei gleichbleibender Nahrungsmenge guten Gewichtsanstieg zu zeigen. Wie dem auch sei, erscheint es erwünscht, durch weiteres Tatsachenmaterial zur Lösung der uns hier beschäftigenden Frage beizutragen. Ich will daher im folgenden Beobachtungen an zwei Kindern mitteilen, die zu dem Zweck angestellt sind, die Verwertbarkeit des Energiequotienten für die Säuglingsernährung exakt zu prüfen.

II.

Es handelt sich um zwei Frühgeburten, die deshalb gewählt wurden, weil gerade bei diesen, denen ja oft die Frauenmilch zugemessen werden muß, während man im allgemeinen dem Brustkind die Bestimmung der aufzunehmenden Quantitäten überlassen kann, die Frage von praktischer Bedeutung sein kann. Natürlich mußte man für Frühgeburten einen entsprechend höheren Energiequotienten annehmen. Ich finde darüber im Langstein-Meyer die Angabe, daß er „um 20—30 höher liegt als für das normale Kind (120—130 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht anstatt 100)“, und Salge[2]) verlangt sogar 130—150 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht.

---

[1]) Monatsschr. f. Kinderheilk. 8, 611. Kurve 6.

[2]) Kinderheilkunde, 2. Aufl., S. 25.

Bei beiden Kindern war durch eine längere Vorperiode festgestellt, daß sie sich in der für „Anstaltskinder" normalen Weise entwickelten und eine wenn auch langsame, so doch stetige Gewichtszunahme zeigten. Ich gebe zunächst über die beiden Kinder folgende Daten:

I. Heinrich Kaiser, zweites uneheliches Kind einer gesunden Mutter. Das erste Kind ist im Alter von 5 Monaten an alimentärer Intoxikation gestorben. Sturzgeburt im 7.—8. Monat. Tief asphyktisch. Geburtsgewicht 1250 g. Erste Atmung erfolgte auf thermische und mechanische Hautreize erst nach 8 Minuten. Bekam alle Stunde, auch nachts, zwei Teelöffel Frauenmilch. Am 4. Tage leichter Icterus. Am 8. Tage in die Kinderklinik aufgenommen: ruhiges, schwächliches Kind von gelbroter Hautfarbe, 31 cm Länge, 26 cm Kopfumfang, 1200 g Gewicht, Wollhaare vorhanden. Nägel die Fingerkuppen nicht überragend. Kopfknochen hart. Fontanelle schmal. Ernährung: Frauenmilch aus der Flasche in sieben Portionen. Nach wenigen Tagen langsamer, aber stetiger Gewichtsanstieg, nur unterbrochen vom 48.—58. Lebenstag, wo das Kind eine leichte Bronchitis hatte. Bis auf gelegentliches Ausschütten und leicht vermehrte Stühle völlig normale Entwicklung.

II. Paul Niebelschütz, unehelich, erstes Kind im 7. Monat. Eltern gesund. Nicht gestillt. Bekam $^1/_2$ l Milch-Zuckerwasser alle 3 Stunden, ca. $^1/_4$ l Milch täglich. Stuhl fast in jede Windel. Aufnahme am 18. 12. 10. Ruhiges Kind, Gesichtsfarbe grau-rötlich. Fettpolster sehr gering. Turgor schlecht. Stirnbein etwas eingesunken, links eitrige Conjunctivitis. Zunge und Rachen gerötet. Muskulatur mäßig gespannt. Herztöne gut hörbar, hundert pro Minute. Puls fühlbar. Lungen ohne Besonderheiten. Bauchdecken ziemlich gut gespannt. Wund am Gesäß. Gewicht 1300 g. Bei achtmal Frauenmilch täglich schnelle Erholung. Schon nach 8 Tagen beginnt ein regelmäßiger Gewichtsanstieg. Körperliche Entwicklung normal.

Die Ernährung geschah während der etwa zweimonatlichen Versuchsdauer mit abgedrückter Frauenmilch, die den Kindern in sieben resp. acht Portionen innerhalb von 24 Stunden gereicht wurde.

Die Milch war eine Mischmilch von zwei Ammen, die zunächst in eintägigen, später zweitägigen Intervallen angesammelt und der besseren Haltbarkeit wegen gekocht wurde, was auch schon in der Vorperiode geschehen war. Die voraussichtlich notwendige Menge wurde dann für 1 resp. 2 Tage in Portionen geteilt, die Menge der einzelnen Portionen nach Kubikzentimetern festgestellt und nach dem Trinken die eventuell nicht verbrauchte Menge zurückgemessen. Gleichzeitig mit der Verteilung auf die einzelnen Portionen wurde eine Probe zur quantitativen Analyse entnommen.

Die Analysen beziehen sich auf spezifisches Gewicht, Trockensubstanz, Asche, Fett, Milchzucker und Stickstoff resp. Eiweiß. Bezüglich der Methodik kann ich mich kurz fassen: Das spezifische Gewicht

wurde mittels Pyknometers bestimmt. Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurden 10 ccm Milch in der Platinschale auf dem Wasserbad eingedampft, dann im Trockenschrank bei 105° getrocknet.

Durch Veraschung des Trockenrückstandes wurde die Asche gewonnen.

Das Fett wurde nach der Gerberschen Methode bestimmt, die nach zahlreichen eigenen und fremden Erfahrungen mit der Ätherextraktionsmethode übereinstimmende Ergebnisse liefert. Wegen der Sicherheit der Methode und des geringen zur Verfügung stehenden Materials wurde diese Bestimmung nur einfach ausgeführt.

Doppelbestimmungen wurden dagegen von dem Milchzucker und Stickstoff gemacht. Ersterer wurde nach Enteiweißung nach der Ritthausenschen Methode nach Soxhlet bestimmt. 10 ccm Milch wurden mit 400 ccm Wasser verdünnt, 10 ccm Fehlingsche Kupfersulfatlösung und 3,9 ccm Normalkalilauge zugesetzt und auf 500 ccm aufgefüllt. Hierauf wurde von dem sich schnell absetzenden Niederschlag durch ein trockenes Filter abfiltriert. Vom Filtrat wurden 100 ccm mit 50 ccm Fehlingscher Lösung in einer Porzellanschale gemischt, bis zum Kochen erhitzt und dann 6 Minuten im Sieden erhalten. Das sich absetzende Kupferoxydul wurde mittels der Wasserstrahlluftpumpe durch ein mit Asbest beschicktes, vorher gewogenes Allihnsches Röhrchen abfiltriert, nacheinander mit heißem Wasser, Alkohol und Äther gewaschen, im Wasserstoffstrom zu metallischem Kupfer reduziert und als solches gewogen. Aus der Menge des Kupfers wurde dann mittels der Soxhletschen Tabelle der Milchzuckergehalt der Milch festgestellt. Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt und aus der gefundenen Menge durch Multiplikation mit 6,25 berechnet.

Zur Feststellung des Caloriengehaltes wurden angenommen als:

Verbrennungswärme	für 1 g Fett	9,3	Calorien
„	„ 1 g Zucker	4	„
„	„ 1 g Eiweiß	4,1	„

Vom Eiweiß wurden 15%, dem Reststickstoff entsprechend, abgezogen.

Ich gebe nunmehr in der folgenden Tabelle eine Übersicht der Analysen und des mit Hilfe der Analysen berechneten jeweiligen Caloriengehaltes der Milch. Alle Werte sind in Volumprozenten ausgedrückt.

Beobachtungstag	Spez. Gewicht	Trockenrückstand %	Asche %	Fett %	Milchzucker %	N %	Eiweiß %	Caloriengehalt von 1 l Milch (C)
1	1,033	12,8	0,13	3,8	8,0	0,20	1,3	718
2	1,032	13,1	0,12	3,8	7,8	0,19	1,2	706
3	1,033	13,5	0,17	4,0	7,8	0,19	1,2	725
4				3,8				ca. 720
5—6	1,033	12,8	0,17	3,4	7,8	0,19	1,2	669
7—8	1,033	13,4	0,21	3,9	8,0	0,19	1,2	724
9—10	1,033	12,9	0,13	3,8	7,7	0,19	1,2	702
11—12	1,031	13,6	0,18	3,8	7,6	0,19	1,2	698
13—14	1,033	12,6	0,15	3,5	7,8	0,20	1,3	679
15—16	1,032	12,8	0,15	3,8	7,4	0,19	1,2	690
17—18	1,032	12,3	0,14	3,8	7,6	0,19	1,2	689
19—20	1,032	12,7	0,15	4,2	7,6	0,19	1,2	736
21—22	1,032	13,2	0,15	4,0	7,6	0,18	1,1	717
23—24	1,033	12,0	0,17	3,3	7,5	0,17	1,1	648
25—26	1,032	12,7	0,17	4,0	7,4	0,18	1,1	709
27—28	1,032	13,1	0,16	4,4	7,7	0,18	1,1	758
29—30	1,031	12,4	0,16	3,7	7,6	0,20	1,3	693
31—32	1,034	12,9	0,17	3,8	7,8	0,19	1,2	706
33—34	1,032	13,0	0,16	4,3	7,2	0,19	1,2	729
35—36	1,032	13,8	0,16	4,95	7,6	0,20	1,3	805
37—38	1,033	13,5	0,16	4,4	7,8	0,21	1,3	766
39—40	1,032	13,3	0,14	4,6	7,6	0,20	1,3	777
41—42	1,032	12,4	0,15	3,7	7,6	0,19	1,2	689
43—44	1,033	12,2	0,15	3,1	7,6	0,20	1,3	637
45—46	1,035	12,0	0,14	2,4	8,0	0,20	1,3	588
47—48	1,032	13,2	0,13	4,2	7,6	0,19	1,2	736
49—50	1,031	12,9	0,16	4,0	7,5	0,20	1,3	717
51—52	1,031	13,5	0,14	4,6	7,6	0,19	1,2	773
53—54	1,031	13,3	0,16	4,6	7,6	0,19	1,2	773
55—56	1,032	12,6	0,14	3,4	7,5	0,18	1,1	653
57—58	1,031	13,5	0,15	4,5	7,9	0,20	1,3	780
59—60	1,031	12,9	0,13	4,2	7,6	0,19	1,2	736
61—62	1,032	13,0	0,14	4,0	7,8	0,18	1,1	721
63—64	1,032	13,0	0,16	3,6	7,9	0,18	1,1	688
65—66	1,032	13,4	0,16	4,3	8,0	0,19	1,2	761
67	1,032	14,0	0,15	4,85	8,0	0,19	1,2	812

Berechnet man nun mit Hilfe der hier mitgeteilten Werte die von den beiden Kindern in der Versuchszeit pro Tag aufgenommenen Calorienmengen und die zugehörigen Energiequotienten, so kommt man zu Zahlen, die in den beiden folgenden Tabellen festgelegt sind.

I. Heinrich Kaiser.

Lebens-tag	Beob-achtungs-tag	Gewicht in g	Milchmenge in ccm	Calorien-menge (C)	Energie-quotient	Bemerkungen
87	1	2000	420	302	151	
88	2	1990	417	294	148	
89	3	2000	420	304	152	
90	4	2010	418	300	149	?
91	5	2040	420	281	138	
92	6	2040	420	281	138	
93	7	2020	420	304	150	
94	8	2030	420	304	150	
95	9	2050	420	295	144	
96	10	2070	420	295	142	
97	11	2080	420	293	141	
98	12	2100	420	293	140	
99	13	2100	200	136	65	Dyspepsie
101	14	2090	360	244	117	
102	15	2100	420	290	138	
103	16	2120	420	290	137	
104	17	2110	400	276	131	
105	18	2120	400	276	130	
106	19	2130	400	294	138	
107	20	2140	400	294	137	
108	21	2150	400	287	133	
109	22	2190	400	287	131	
110	23	2230	400	259	116	
111	24	2170	400	259	119	Bronchitis
112	25	2170	450	319	147	„
113	26	2190	450	319	146	„
114	27	2180	450	341	156	„
115	28	2200	450	341	155	„
116	29	2220	370	256	116	„
117	30	2220	370	256	116	„
118	31	2210	380	268	121	
119	32	2220	380	268	121	
120	33	2220	380	277	125	
121	34	2250	378	276	122	
122	35	2260	380	306	135	
123	36	2270	380	306	135	
124	37	2260	379	290	128	
125	38	2290	374	287	125	
126	39	2290	373	290	127	
127	40	2340	380	295	126	
128	41	2310	374	258	112	
129	42	2340	380	262	112	

Lebens-tag	Beob-achtungs-tag	Gewicht in g	Milchmenge in ccm	Calorien-menge (C)	Energie-quotient	Bemerkungen
130	43	2340	400	255	109	
131	44	2400	400	255	107	
132	45	2390	400	235	98	
133	46	2450	400	235	96	
134	47	2360	400	295	125	
135	48	2390	400	295	124	
136	49	2400	420	301	125	
137	50	2400	420	301	125	
138	51	2420	420	325	134	
139	52	2430	420	325	134	
140	53	2450	420	325	133	
141	54	2460	420	325	132	
142	55	2490	420	274	110	
143	56	2490	420	274	110	
144	57	2500	420	328	131	
145	58	2520	420	328	130	
146	59	2490	420	309	124	
147	60	2510	420	309	123	
148	61	2550				Beginnende Abstillung

II. Paul Niebelschütz.

Lebens-tag	Beob-achtungs-tag	Gewicht in g	Milchmenge in ccm	Calorien-menge (C)	Energie-quotient	Bemerkungen
50	1	1550	240	172	111	
51	2	1560	240	170	109	
52	3	1540	270	196	127	
53	4	1530	300	215	140	?
54	5	1600	300	201	125	
55	6	1610	299	200	124	
56	7	1640	287	208	127	
57	8	1640	293	212	129	
58	9	1680	300	211	125	
59	10	1690	300	211	124	
60	11	1670	300	209	125	
61	12	1700	295	206	121	
62	13	1720	299	203	118	
63	14	1730	300	204	118	
64	15	1730	300	207	119	
65	16	1770	300	207	117	
66	17	1798	300	207	115	
67	18	1800	300	207	115	
68	19	1830	300	221	120	

Lebens-tag	Beob-achtungs-tag	Gewicht in g	Milchmenge in ccm	Calorien-menge (C)	Energie-quotient	Bemerkungen
69	20	1830	300	221	120	
70	21	1830	300	215	117	
71	22	1860	300	215	115	
72	23	1870	300	196	105	
73	24	1860	300	196	106	
74	25	1840	350	248	135	
75	26	1850	350	248	134	
76	27	1860	350	265	143	
77	28	1880	350	265	141	
78	29	1890				
79—89	30—40					Anderweitiger Versuch mit Gewichtsstillstand
90	41	1900	350	241	127	
91	42	1910	350	241	126	
92	43	1920	350	223	116	
93	44	1960	350	223	114	
94	45	1990	350	206	103	
95	46	1970	370	218	110	
96	47	1990	370	272	137	
97	48	1990	370	272	137	
98	49	2000	370	265	133	
99	50	2030	370	265	130	
100	51	2050	370	286	139	
101	52	2040	370	286	140	
102	53	2070	370	286	138	
103	54	2100	370	286	136	
104	55	2110	370	242	115	
105	56	2110	370	242	115	
106	57	2120	370	289	136	
107	58	2140	370	289	135	
108	59	2160	370	272	126	
109	60	2190	370	272	124	
110	61	2180	370	266	122	
111	62	2210	370	266	121	
112	63	2230	370	255	114	
113	64	2210	370	255	115	
114	65	2200	370	282	130	
115	66	2250	370	282	125	
116	67	2230	400	325	145	
117	68	2280				

Betrachten wir nun diese Zahlen, so sehen wir bei beiden Kindern bis zum 23. Tage ein langsames, aber sicheres Ansteigen des Gewichtes, im Durchschnitt bei Heinrich Kaiser um 10, bei Paul Niebelschütz

um 13 g täglich, als Beweis dafür, daß die Nahrungsmengen ungefähr richtig getroffen waren. Vom 23. Tag an zeigen beide Kinder Gewichtsstillstand, das eine wegen einer leichten Infektion der Bronchien, das andere weil offenbar das Nahrungsminimum, bei dem noch Zuwachs möglich war, unterschritten war, zumal gerade in diesen Tagen die Milch schon an sich calorienarm war. Nach einer daraufhin vorgenommenen Steigerung trat sofort wieder Gewichtsanstieg ein. Wir können also für das Kind Niebelschütz die Zahl 115 als unterste Grenze des Energiequotienten bezeichnen.

Vergleichen wir die Größe der Energiequotienten bei beiden Kindern, so fällt auf, daß dieselben bei dem kleineren Kinde, bei dem man der relativ größeren Oberfläche wegen höhere Zahlen erwarten sollte, tatsächlich kleiner sind als bei dem größeren und älteren Kinde. Dies ist wohl dadurch zu erklären, daß Kind Kaiser etwas zu große Nahrungsmengen bekommen hat, womit auch die stets etwas vermehrte Anzahl der Stühle erklärt wäre. Tatsächlich zeigte das Kind nach Überstehung der Infektion in der zweiten Hälfte der Beobachtungszeit bei einem absichtlich geringer gehaltenen Energiequotienten dieselbe Zunahme wie vorher bei höherem Energiequotienten.

Bei Kind Niebelschütz wurde die Beobachtung durch einen andersartigen Versuch, der mit Gewichtsstillstand einherging, unterbrochen. Nach Wiederaufnahme der Beobachtung bestätigte die weitere Entwicklung die Resultate der ersten Wochen.

Aus den an den beiden Kindern angestellten Beobachtungen geht hervor, daß der Energiequotient bei Frühgeburten in ziemlich weiten Grenzen schwankt, so daß es vielleicht zu empfehlen wäre, an Stelle der bisherigen Angaben die Zahlen 115—150 zu setzen. Mit diesen Zahlen wird man also bei der Bestimmung der einer Frühgeburt anzubietenden Nahrungsmenge zu rechnen haben. Wenn man dann noch durch gelegentliche Analysen der Milch (im Notfall genügen Fettbestimmungen) sich davon überzeugt, daß man es nicht etwa mit einer abnorm calorienreichen oder -armen Milch zu tun hat, so wird die Berechnung mit Hilfe des Heubnerschen Energiequotienten dem Praktiker ganz brauchbare Anhaltspunkte bei der Bestimmung der für Frühgeburten nötigen Frauenmilchmengen liefern.